**1、项目名称：粗集的公理系统**

**2、推荐单位：北京语言大学**

**3、项目简介：**

粗集(Rough Set)是波兰科学家Pawlak教授于1982年提出并发展起来的一种处理不确定和模糊信息的重要工具，是处理当前计算智能研究领域中复杂问题的新方法，粗集从提出到现在已有30多年，近年来引起了国内外研究者的广泛兴趣，成为人工智能领域的一个新的研究热点。

粗集的研究主要分为两个方面，其一为应用研究，特别是在信息系统中的属性约简是粗集发挥作用的主要方面，在这方面已经取得了许多深入的结果；其二为粗集的理论研究，作为一个实际应用背景强烈的理论，客观上需要对其理论基础进行完善，以便使该理论发挥更有力的作用。本项目属于粗集的理论研究。

粗集的理论研究至少有两个主要方面，即构造性研究和公理化研究。构造性研究方面主要考虑粗集上下近似的性质、关系及其相应的划分、拓扑结构等代数或拓扑方面的性质。公理化研究主要研究满足某些性质的抽象一元函数就是粗集的上（下）近似。公理化的核心问题是寻找最小独立公理集，最好的结果是独立公理集仅有一条公理，当然这也是公理化研究中的困难问题。

粗集的公理化研究是粗集研究的基础性工作，它的研究可以加深对粗集结构的认识，为粗集的应用提供理论基础和方法。国内许多专家学者均研究过粗集的公理化问题，得到过许多有趣的结果，公理的独立性、最小公理集等深层次的问题相继被研究，所产生的研究方法还应用到其他研究领域。不过，在上述研究中，这些公理系统至少需要三条公理组成，公理的条数始终没有得到减少。

我们知道，在拓扑学中，库拉图斯基（Kuratowski）四条公理等价于一条公理。在粗集中有类似的问题：能否用一条公理来描述粗集的上（下）近似？这无疑是一个有趣且困难的问题。本项目彻底解决了该问题，即粗集上下近似均被一条简单的公理所刻划。

我们首次把布尔矩阵、内积、外积和集合的特征函数等概念引入到粗集的研究中，对传统Pawlak粗集和模糊粗糙集中的近似算子给予了等价刻划。首次统一用内积给出了Pawlak粗集和模糊粗集统一的上近似公理化系统、用外积给出了Pawlak粗集和模糊粗集统一的下近似公理化系统。用内外积方法攻克了矩阵方法对有限论域的局限，实现了无限论域上Pawlak粗集和模糊粗集上下近似的公理化。首次在模糊格上定义了粗集，并给出其上下近似算子的构造性方法和公理化方法研究。

本项目综合利用集合的特征函数、布尔矩阵及集合（模糊集合）的内外积的方法巧妙地给出刻划Pawlak粗集上下近似的公理，研究的范围从有限论域拓展到无限论域，刻划的公理条数逐渐由三条过渡到两条，最终取得了突破性创新成果，公理条数变为一条，成为本项目的核心成果。

本项目代表性论文十篇，一篇中文论文发表在《计算机学报》上，该文SCI他引1次，CNKI他引32次；九篇发表在国际SCI收录的杂志上，这九篇论文Scopus他引427次（其中SCI他引303次）。得到学术界的认可。

## 4、完成人情况表

|  |  |
| --- | --- |
| 姓 名 | 刘贵龙 |
| 排 名 | 独立完成 |
| 技术职称 | 教授 |
| 工作单位 | 北京语言大学 |
| 完成单位 | 北京语言大学 |
| 曾获科技奖励情况 | 无 |
| 本人对本项目主要学术贡献：（限300字） | |
| 本项目的所有成果均由本人独立完成。 | |

## 5、代表性论文专著目录

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 论文、专著  名称/刊名/作者 | 年卷页码  年(卷):页码 | 发表年月 | 通讯作者/第一作者  (中文名) | 是否国内完成 |
| 1 | Using one axiom to characterize rough set and fuzzy rough set approximations/Information Sciences/G.L. Liu | 223 (2013)  285–296 | 2013-02 | 刘贵龙独立完成 | 是 |
| 2 | Generalized rough sets over fuzzy lattices/Information Sciences/G.L. Liu | 178 (2008)  1651-1662 | 2008-03 | 刘贵龙独立完成 | 是 |
| 3 | The Axiomatization of the Rough Set Upper Approximation Operations/Fundamenta Informaticae /G.L. Liu | 69 (2006)  331-342 | 2006-02 | 刘贵龙独立完成 | 是 |
| 4 | Axiomatic systems for rough sets and fuzzy rough sets/International Journal of Approximate Reasoning/  G.L. Liu | 48 (2008)  857-867 | 2008-08 | 刘贵龙独立完成 | 是 |
| 5 | 模糊近似空间上的粗糙模糊集的公理系统/计算机学报/刘贵龙 | 27卷第9期2004  P1187-1191 | 2004-09 | 刘贵龙独立完成 | 是 |
| 6 | Rough set theory based on two universal sets and its applications/Knowledge-Based Systems/G.L. Liu | 23 (2010)  110-115 | 2010-03 | 刘贵龙独立完成 | 是 |
| 7 | The relationship among different covering approximations/Information Sciences/G.L. Liu | 250(2013)  178-183 | 2013-11 | 刘贵龙独立完成 | 是 |
| 8 | Closures and topological closures in quasi-discrete closure spaces/Applied Mathematics Letters/G.L. Liu | 23 (2010)  772-776 | 2010-07 | 刘贵龙独立完成 | 是 |
| 9 | The algebraic structures of generalized rough set theory/Information Sciences/G.L. Liu,W. Zhu | 178 (2008)  4105-4113 | 2008-11 | 刘贵龙通讯作者且第一作者 | 是 |
| 10 | [A comparison of two types of rough sets induced by coverings](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0888613X08001771)/International Journal of Approximate Reasoning/G.L. Liu, Y. Sai | 50 (2009)  521-528 | 2009-03 | 刘贵龙通讯作者且第一作者 | 是 |